

Научный журнал «Костюмология» / Journal of Clothing Science <https://kostumologiya.ru>

2019, №2, Том 4 / 2019, No 2, Vol 4 <https://kostumologiya.ru/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://kostumologiya.ru/PDF/07TLKL219.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Добровольская Т.А. Автоматизация расчета теплозащитной одежды при формировании структуры пакета материалов // Научный журнал «Костюмология», 2019 №2, <https://kostumologiya.ru/PDF/07TLKL219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Dobrovolskaya T.A. (2019). Automation of calculation of heat-protective clothing in the formation of the structure of the package of materials. *Journal of Clothing Science*, [online] 2(4). Available at: <https://kostumologiya.ru/PDF/07TLKL219.pdf> (in Russian)

УДК 687.03:004.9

ГРНТИ 64.01.86

Добровольская Татьяна Александровна

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», Курск, Россия
Доцент

Кандидат технических наук, доцент
E-mail: dobtatiana74@mail.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=678326

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/V-4416-2018>

SCOPUS: <http://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=8533012000>

Автоматизация расчета теплозащитной одежды при формировании структуры пакета материалов

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с автоматизацией проектирования изделий легкой промышленности. Целью исследования является разработка программной реализации расчета теплозащитной одежды, обеспечивающего комфортное тепловое состояние человека и формирования структуры пакета материалов. В статье представлено описание и изложены основные этапы работы прикладной программы для проведения расчетов теплозащитной одежды по условиям обеспечения теплового комфорта и определения величин прибавок на толщину пакета одежды на основных конструктивных поясах. Прикладная программа разработана автором в графической среде AutoCAD и использованием встроенного языка программирования AutoLisp. Базы данных необходимые для работы программы создавались с применением Microsoft Access. Работа программы строится из нескольких частей: задания исходных данных путем их ввода, либо выбора из соответствующих баз данных; термического расчета, и расчета структуры пакета материалов по каждому участку. С помощью предложенного автором программного продукта можно производить расчет термического сопротивления одежды на различных участках тела человека с учетом его роста, веса, а также климатических условий и изменяющихся метеорологических параметров среды, формировать структуру пакета материалов в диалоговом режиме, определять суммарную толщину пакета и величины прибавок. Программа позволяет осуществлять проверку правильности подбора пакета материалов путем вычисления относительной погрешности. Использование данного программного продукта в швейном производстве позволит автоматизировать процесс расчета теплозащитной одежды, прибавок на толщину пакета одежды при условии обеспечения комфортного состояния человека, а также формирования пакета материалов.

Ключевые слова: теплозащитная одежда; термический расчет; пакет материалов; прикладная программа; комфортное состояние человека; прибавка на толщину пакета; швейное производство

Введение

При создании одежды заданного уровня качества необходимым условием является правильный подбор материалов с учетом модельных, конструктивных и технологических особенностей изделия, условий эксплуатации, гигиенических и эстетических требований, предъявляемых к ней [1–2]. В данной работе автором предлагается осуществить формирование пакета материалов для мужской спортивной куртки на утепленной подкладке для младшей возрастной группы, полуприлегающего силуэта с большим количеством членений, декоративных элементов и отделочных строчек. Все эти условия можно принять в качестве исходной информации для выбора материалов в разрабатываемый пакет одежды, который, соответственно, состоит из нескольких слоев: материал верха (основной), прокладка (утепляющая) и подкладка. Так как данная модель предназначена для занятий мотоспортом и будет использоваться в условиях действия ветра и влаги и одним из важных требований, предъявляемых к разрабатываемому ассортименту, являются эксплуатационные, то для этого необходимо выделить такие качества материала верха как повышенная износостойкость, долговечность, а также формоустойчивость. Выполнение этих требований можно обеспечить введением в смесь большого количества лавсановых или капроновых волокон, использованием ткани с удлиненным переплетением, то есть с увеличением опорной поверхности, например саржевое переплетение, плащевая диагональ. А также рекомендуется использовать ткани, имеющие пропитки и покрытия, придающие дополнительную формоустойчивость и повышающие износостойкость.

Одним из первоначальных этапов проектирования мужской спортивной утепленной куртки является расчет толщины пакета материалов одежды, обеспечивающий комфортное тепловое состояние человека, который является достаточно трудоемким, требует использования различных справочных данных. Для создания качественного продукта необходимым условием является быстрота и полнота получаемой информации о разрабатываемом объекте, возможность сокращения производственного процесса за счет применения новой современной технологии и техники, автоматизация и компьютеризация процесса [3–5]. Для автоматизации расчета теплозащитной одежды при формировании структуры пакета материалов необходимо применение компьютерных технологий. Поскольку данный расчет является специфическим, то возникает необходимость создания прикладного программного продукта [6].

Методы исследования

Для выполнения поставленной задачи в работе были использованы программный продукт Microsoft Access и графическая среда AutoCAD. С использованием встроенного языка программирования AutoLisp была разработана прикладная программа «Тепловой расчет» [7]. Все показатели определялись по расчетным формулам в соответствии с методикой расчета теплозащитных свойств пакета одежды [8–10]. Весь расчет состоит из нескольких частей: общего термического расчета, термического расчета по участкам тела и формирования структуры пакета материалов, и ведется в виде диалога. Все исходные и справочные значения занесены в таблицы базы данных и могут изменяться при необходимости.

Исходные данные для расчета толщины пакета материалов спортивной куртки, обеспечивающий комфортное тепловое состояние человека представлены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчета толщины пакета материалов

Параметр	Величина
1	2
Рост	170 см
Вес	68 кг
Площадь тела	1,8 м ²
Тип климата	Умеренный, 3 климатическая зона
Температура воздуха, тв	+15 °С
Скорость ветра, V	28 м/с
Величина общих теплопотерь, Q	300 Вт
x	0.2
y	0.07
z	0.16

На основе справочной литературы сформирована таблица исходных данных в приложении Microsoft Access (рис. 1).

Вид изделия	Q, Вт	Рост, см	Вес, кг	Уд к-т X	Уд к-т Y	Уд к-т Z	Темп возд, град	Скор ветра, м/с	Вид физическ
Пальто женское демисезонное	190	170	62	0,2	0,05	0,11	4	3,8	Ходьба по ровной
Комбинезон мужской утепленный	200	187	79	0,2	0,07	0,12	-4	4	Слесарные работ
Плащ мужской утепленный	240	178	79	0,21	0,06	0,1	5	6	Ходьба по ровной
Брюки мужские утепленные	200	186	78	0,2	0,09	0,12	-8	3	Работа водителя
Комбинезон женский утепленный	180	164	59	0,21	0,06	0,1	8	4	Работа продавца
Костюм мужской рабочий утепл.	220	187	80	0,22	0,08	0,12	-5	3,8	Работа слесаря в
Куртка жен. утепл. из плащевой	210	164	60	0,18	0,06	0,1	-3	4,5	Работа почтальо
Костюм жен. рабочий: куртка, бр	230	170	65	0,19	0,07	0,1	-2	3,5	Работа штукатур
Пальто зимнее кожаное мужское	200	187	78	0,24	0,06	0,13	-4	6	Ходьба по ровной
Куртка муж. утепл. из плащевой	250	182	76	0,2	0,08	0,12	-5	4,8	Проведение урок
Куртка женская спортивная утеп	240	172	64	0,2	0,07	0,12	-2	5,6	Занятия на свеж
Костюм жен. спортивный (куртка	260	168	61	0,2	0,04	0,1	10	5,5	Спортивные тре
Куртка женская	210	168	59	0,18	0,04	0,14	18	4,5	Прогулки по ров
Жакет женский из шерстяной тка	190	172	68	0,21	0,03	0,14	18	5,5	Ходьба на работ
Пиджак мужской	200	187	79	0,2	0,03	0,14	16	4,8	Ходьба на работ
Брюки женские утепленные	200	182	70	0,2	0,07	0,12	-4	3,6	Работа водителе
Куртка женская рабочая утеплен	250	168	62	0,19	0,09	0,11	-5	3,8	Работа на строи
Костюм мужской спортивный уте	310	170	68	0,2	0,07	0,16	-2	8	Занятия спортом
Костюм (куртка, брюки) муж. Уте	290	179	71	0,21	0,07	0,13	-4	3,5	Работа на строи
Куртка мужская спортивная утеп	280	180	76	0,2	0,07	0,15	-6	7,5	Проведение зан

Рисунок 1. База данных «Исходные данные»

Расчетную величину поверхности тела человека определяют, пользуясь данными таблицы приложения Microsoft Access (рис. 2) по заданному весу и росту человека.

	Вес, 40 кг	Вес, 50 кг	Вес, (50) кг	Вес, 55 кг	Вес, 60 кг	Вес, 65 кг	Вес, 70 кг	Вес, 75 кг
0	0	0	1,84	1,91	1,97	2,03	2,09	
0	0	1,73	1,8	1,87	1,93	1,99	2,05	
1,56	1,63	1,7	1,77	1,84	1,9	1,96	2,02	
1,58	1,6	1,67	1,74	1,8	1,86	1,92	1,98	
1,49	1,57	1,64	1,71	1,77	1,83	1,89	1,95	
1,46	1,53	1,6	1,67	1,73	1,79	1,85	1,91	
1,43	1,5	1,57	1,63	1,69	1,75	1,81	1,86	
1,4	1,47	1,54	1,6	1,66	1,72	1,78	1,83	
1,33	1,44	1,5	1,56	1,62	1,68	1,73	1,78	
1,33	1,4	1,46	1,52	1,58	1,64	1,69	1,74	
1,3	1,36	1,42	1,48	1,54	1,6	1,65	1,7	

Рисунок 2. База данных «Площадь поверхности тела человека»

Используя данные справочных таблиц (рис. 1, 2) осуществляется ввод данных в диалоговом режиме в окне программы AutoCAD (рис. 3).

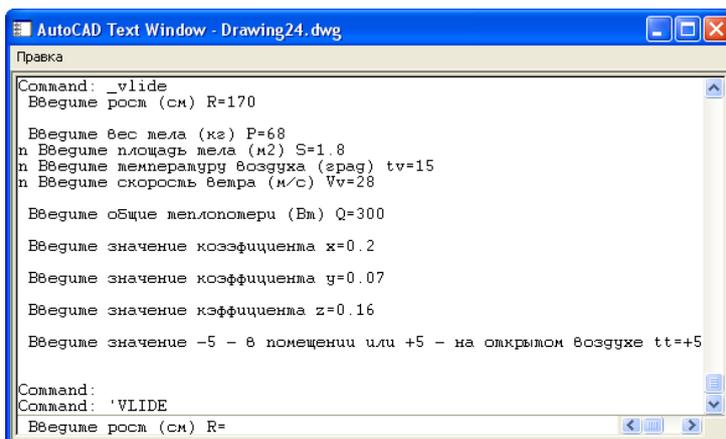


Рисунок 3. Ввод данных при тепловом расчете в диалоговом режиме

В командной строке окна появляется запрос на ввод роста: «Введите рост (см) R = ...», «ENTER»; затем вводим по запросам вес (кг) P, площадь тела (m^2) S, температуру воздуха (град) tv, скорость ветра (м/с) Vv, общие теплопотери (Вт) Q, значения коэффициентов x, y, z и значение «-5» при нахождении человека в помещении при данном виде работ и «+5» – на открытом воздухе. После последнего исходного значения, заканчиваем ввод данных клавишей «ENTER».

В следующем диалоговом окне прикладной программы «Тепловой расчет» (рис. 4) предлагается выбрать вид одежды (комнатная, демисезонная или зимняя), после чего на полях окна появляются справочные данные и данные для расчета термического сопротивления по участкам тела человека (голова и шея, туловище, плечо и предплечье, кисть, бедро и ягодицы, голень, свод стопы). Также можно произвести изменения непосредственно в полях окна.

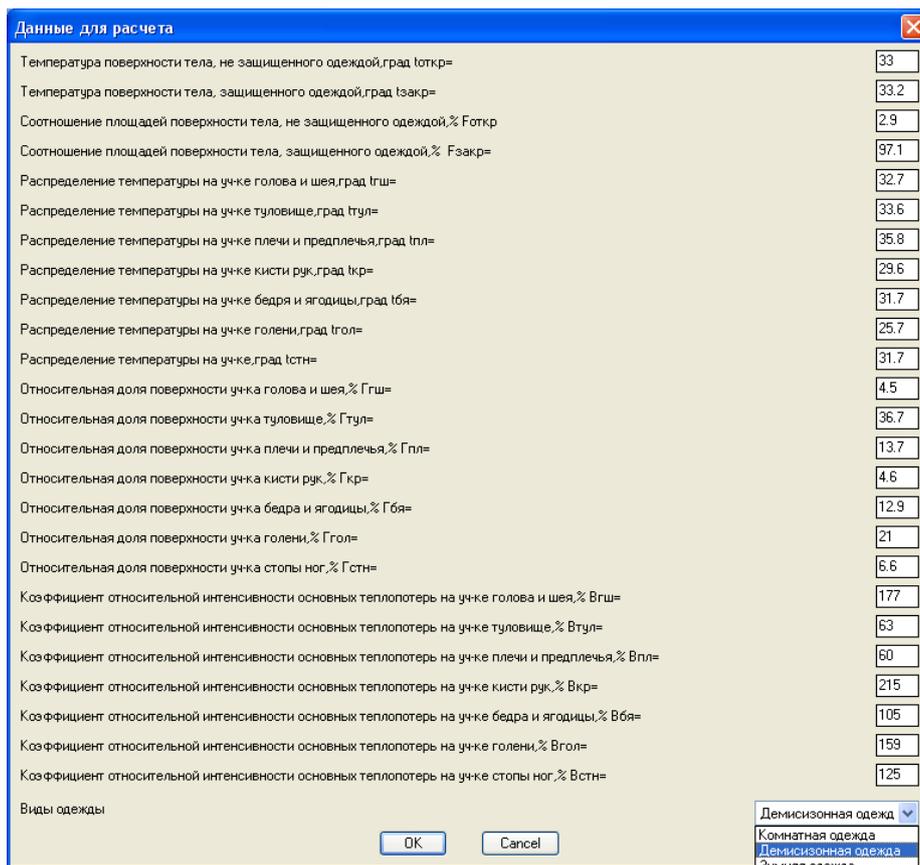


Рисунок 4. Окно выбора данных для термического расчета по участкам тела человека

Следующим этапом расчета является вывод полученных значений расчета термического сопротивления по участкам тела человека в окне прикладной программы «Тепловой расчет», который производится автоматически после ввода всех необходимых исходных данных (рис. 5).

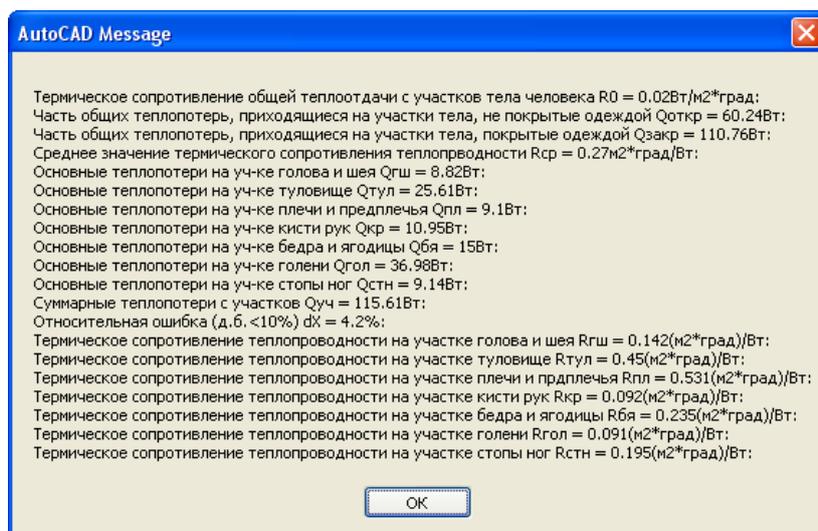


Рисунок 5. Вывод значений термического расчета по участкам тела человека

Результаты исследования и их обсуждение

Все полученные значения предварительного расчета среднего термического сопротивления для всей одежды сведены в таблицу 2.

Таблица 2

Данные предварительного расчета спортивной куртки

Параметр	Величина
Термическое сопротивление общей теплоотдачи с участков тела человека, R_0	0,02 Вт/(м ² ·°C)
Часть общих теплопотерь на участках тела не покрытых одеждой, $\sum Q_{\text{осн.откр}}$	60,24 Вт
Часть общих теплопотерь на участках тела покрытых одеждой, $\sum Q_{\text{осн.закр}}$	110,76 Вт
Среднее значение термического сопротивления теплопроводности, $R_{\text{ср}}$	0,27 (м ² ·°C)/Вт

В результате расчета основных теплопотерь с локальных участков поверхности тела были получены результаты, которые приведены в таблице 3. При этом γ – это относительная доля поверхности тела участка в общей поверхности тела, защищенной одеждой, а β – относительная интенсивность основных теплопотерь для каждого участка тела, защищенной одеждой [8-9]. Эти величины вводятся автоматически при выборе вида одежды в диалоговом окне, представленном на рисунке 4.

Таблица 3

Расчет основных теплопотерь с локальных участков поверхности тела

Участок	γ	β	Основные теплопотери $\sum Q_{\text{осн.уч.закр}}$, Вт
Голова и шея	4,5	177	8,82
Туловище	36,7	63	25,61
Плечи и предплечья	13,7	60	9,1
Кисти	4,6	215	10,95
Бедра и ягодицы	12,9	105	15
Голени	21,0	159	36,98
Стопы ног	6,6	125	9,14
Суммарные теплопотери с участков			115,61

В результате расчета основных теплопотерь с локальных участков поверхности тела была определена относительная величина ошибки расчета 4,2 %, что меньше 10 % и является допустимым.

Так как в данной работе рассматривается процесс разработки мужской куртки для занятий мотоспортом, то дальнейший расчет произведен для таких участков тела как туловище и плечи, и предплечья. В результате автоматизированного расчета получили термическое сопротивление теплопроводности пакета по отмеченным локальным участкам тела. Для туловища $R_2 = 0,45 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, для плеч и предплечий $R_3 = 0,531 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$.

После проведения расчетов термических сопротивлений пакетов одежды по локальным участкам переходим к формированию пакета материалов одежды по каждому участку. Структура пакета образуется путем подбора его элементов так, чтобы по каждому участку было определено необходимое расчетное значение термического сопротивления теплопроводности, необходимо учитывать также назначение изделия и толщины воздушных прослоек, располагающихся между элементами пакета [8–9]. Для ориентировочной оценки теплозащитных свойств элементов пакета и воздушных прослоек была создана база справочных данных в приложении Microsoft Access (рис. 6)

Наименование материала	Толщина, мм	Коэффициент теплопроводности, Вт/м*град
Подкладочные и бельевые х/б	0,30 - 0,50	0,034-0,048
Подкладочные и бельевые шел	0,20 - 0,30	0,036-0,060
Льняные ткани	0,30 - 0,40	0,046-0,088
Костюмные х/б ткани	0,60 - 0,70	0,046-0,052
Костюмные шерстяные ткани	0,65 - 0,75	0,07-0,084
Ткань плащевая	0,65 - 0,75	0,07-0,084
Кожа натуральная	1,0 - 1,5	0,14-0,16
Драпы и сукна	1,0 - 3,0	0,035-0,04
Вата синтетическая (полиэфир)	2,0 - 5,0	0,035-0,040
Ватин п/ш	3,0 - 5,0	0,038-0,046
Поролон	3,0 - 4,0	0,030-0,032
Синтепон	3,0 - 4,0	0,032-0,04
Воздушная прослойка	1,0	0,010
Воздушная прослойка	2	0,019
Воздушная прослойка	3,0	0,028
Воздушная прослойка	4,0	0,036
Воздушная прослойка	5,0	0,044
Воздушная прослойка	6,0	0,052
Воздушная прослойка	10,0	0,084
Воздушная прослойка	15,0	0,122

Рисунок 6. База данных «Физические характеристики»

На следующем этапе в диалоговом режиме окна прикладной программы «Тепловой расчет» (рис. 7) производится ввод толщин слоев (до 10 слоев) и коэффициентов теплопроводности слоев предполагаемого пакета материалов одежды, используя базу данных, представленную на рисунке 6.

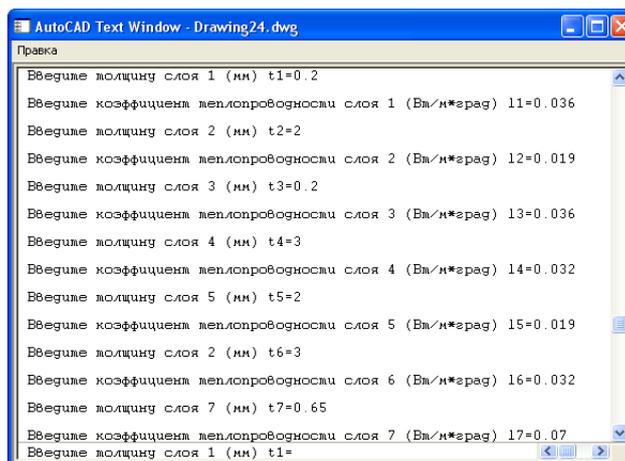


Рисунок 7. Формирование структуры пакета материалов одежды по локальным участкам

На заключительном этапе (рис. 8) выводятся автоматически: толщины всех слоев t_i , мм; общая толщина пакета $t_{\text{пак}}$, мм; термические сопротивления теплопроводности слоев R_i , $\text{м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$; общее термическое сопротивление $R_{\text{общ}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$; величина погрешности произведенного подбора пакета материалов одежды по локальным участкам, которая должна быть меньше 10 %, чтобы структура пакета была сформирована правильно. Если величина погрешности не удовлетворяет требованию – возвращаемся ко второй части расчета (рис. 7); величина прибавки на толщину пакета P , мм.

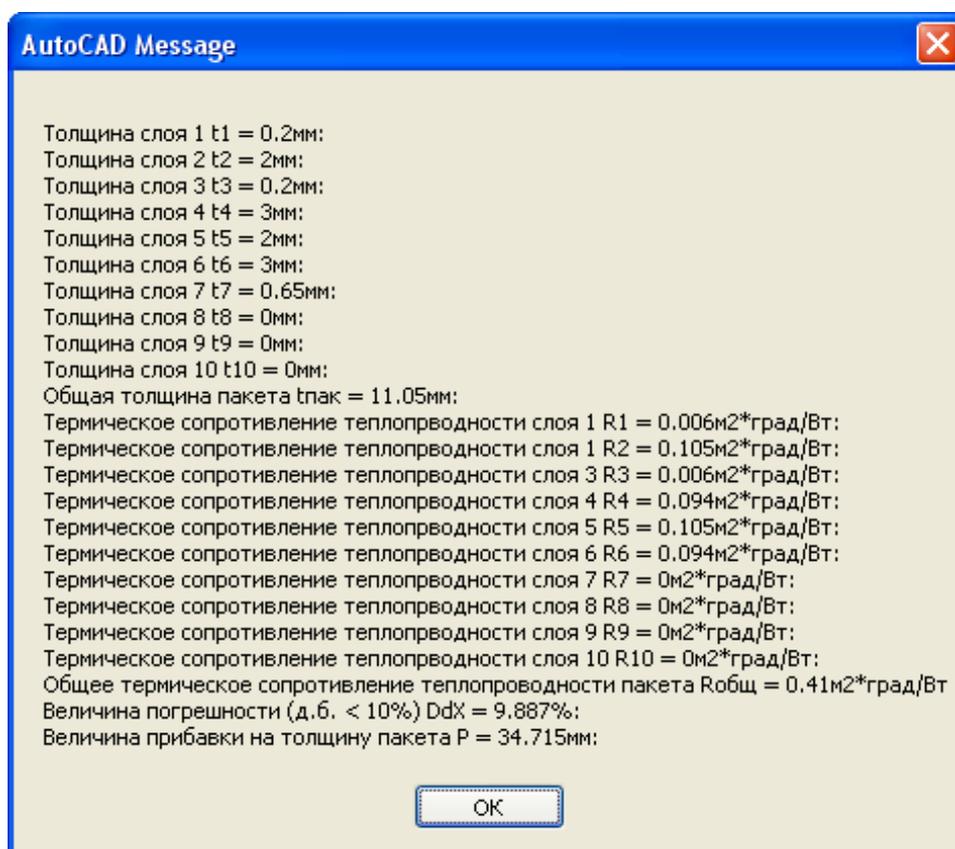


Рисунок 8. Вывод результатов этапа формирования структуры пакета материалов одежды

Структуры пакетов материалов на участках туловища и плеч, и предплечий, полученные с использованием прикладной программы представлены в таблицах 4 и 5 соответственно.

Таблица 4

Структура пакетов материалов на участках туловища

N	Состав пакета	Толщина и значения λ и R для слоев пакета		
		б, мм	λ , Вт/м град	R, $\text{м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$
1	Ткань сорочки	0,2	0,036	0,006
2	Воздушная прослойка	2	0,019	0,105
3	Подкладка куртки	0,2	0,036	0,006
4	Утеплитель	3	0,032	0,094
5	Воздушная прослойка	2	0,019	0,105
6	Утеплитель	3	0,032	0,094
7	Ткань верха	0,65	0,07	0,009
ИТОГО		$\Delta = 1,105$ см		$R_{\text{общ}} = 0,41$

Относительная погрешность 9,88 %, что меньше 10 % и является допустимым и означает что структура пакета на данном участке сформирована правильно.

Схематично структура пакета одежды представлена на рисунке 9.

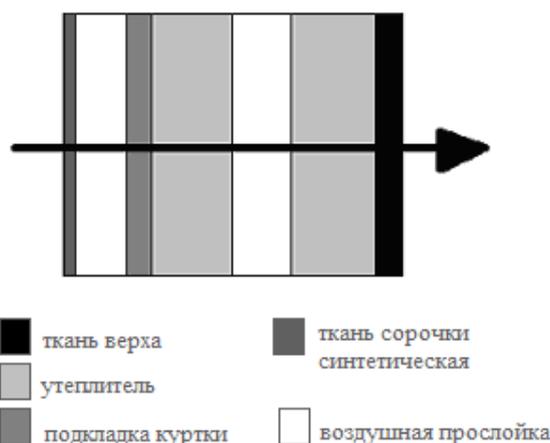


Рисунок 9. Схематическая структура пакета одежды на участке туловища

Таблица 5

Структура пакетов материалов на участках плеч и предплечий

N	Состав пакета	Толщина и значения λ и R для слоев пакета		
		δ , мм	λ , Вт/м град	R, м ² °C/Вт
1	Ткань сорочки	0,2	0,036	0,0056
2	Воздушная прослойка	2	0,019	0,105
3	Подкладка куртки	0,2	0,036	0,006
4	Утеплитель	3	0,032	0,094
5	Воздушная прослойка	1	0,01	0,1
6	Ткань верха	0,65	0,07	0,009
7	Воздушная прослойка	1	0,01	0,1
8	Утеплитель	3	0,032	0,094
9	Ткань верха	0,65	0,07	0,009
ИТОГО		$\Delta = 1,17\text{см}$		R _{общ} = 0,5223

Относительная погрешность 1,72 %, что меньше 10 % и является допустимым и означает что структура пакета на данном участке сформирована правильно.

Схематично структура пакета одежды представлена на рисунке 10.

При расчете величины прибавки на толщину пакета на участке туловища (по линиям обхвата груди, талии, бедер) получили прибавку равную 3,5 см. Прибавка на толщину пакета материалов на участках плеч и предплечий в программе автоматизированного расчета получена равной 3,7 см.

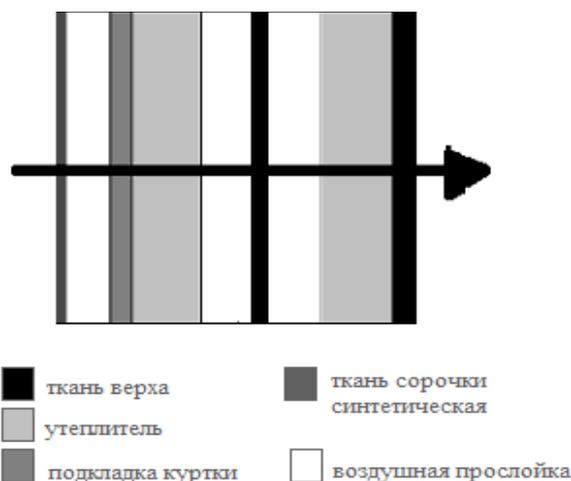


Рисунок 10. Схематическая структура пакета одежды на участке плеч и предплечий

Вывод

Полученные в результате автоматизированного теплового расчета данные, а именно толщина утепляющих прослоек, толщина пакета материалов в целом и полученные прибавки необходимы при расчете базовой конструкции мужской спортивной утепленной куртки. Таким образом, использование разработанной с применением встроенного языка программирования AutoLisp в графической среде AutoCAD и базы справочных данных в Microsoft Access прикладной программы «Тепловой расчет», является целесообразным для систематизации справочной информации и сокращения времени расчета теплозащитной одежды, а следовательно, ускорению процесса проектирования изделий легкой промышленности за счет автоматизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.В., Родичева М.В., Панов О.Д. Комплексный метод исследования ряда теплофизических свойств пакетов теплозащитной одежды // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2017. №1 (367). С. 161–165.
2. Немирова Л.Ф., Катаева С.Б. Оптимизация выбора материалов для моделей и коллекций одежды // Омский научный вестник. 2015. № 140. С. 204–207.
3. Добровольская Т.А. Информационные технологии в легкой промышленности. Курск: ЮЗГУ, 2012. 150 с.
4. Чижик М.А., Шевелёва И.А. Развитие методов проектирования одежды на основе IT-технологий // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 3 (363). С. 190–194.
5. Севостьянов П.А., Фирсов А.В. Информационные и компьютерные технологии в текстильной промышленности // Известия Высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 4 (376). С. 107–109.
6. Тунгусова Н.А., Чижик М.А. Автоматизация процесса проектирования изделий с объемными наполнителями // Современные тенденции и перспективы развития образования в высшей школе: сборник статей V Международной научно-практической конференции (17–19 октября 2007) – Омск: ОГИС, 2007. С. 34–36.
7. Добровольская Т.А. Программа для проведения расчета теплозащитной одежды по условиям обеспечения теплового комфорта и определения величин прибавок на толщину пакета одежды // Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RUS 2017661116 14.08.2017.
8. Делль Р.А., Афанасьева Р.В., Чубарова З.С. Гигиена одежды. М.: Легпромбытиздат. 1991. 160 с.
9. Куликов Б.П., Сахарова Н.А., Костин Ю.А. Гигиена, комфортность и безопасность одежды: учебное пособие. Иваново: ИГТА, 2006. 256 с.
10. Щедрина О.А., Осипенко Л.А., Михайлова И.Д. Исследование влияния различных факторов на теплозащитные свойства одежды // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. Т. 11. С. 691–695. URL: <http://e-koncept.ru/2016/86150.htm>.

Dobrovolskaya Tatiana Alexandrovna

Southwest state university, Kursk, Russia

E-mail: dobtatiana74@mail.ru

Automation of calculation of heat-protective clothing in the formation of the structure of the package of materials

Abstract. The article deals with topical issues related to the automation of design of light industry products. The purpose of the study is to develop a software implementation of the calculation of heat-protective clothing, providing a comfortable thermal state of the person and the formation of the structure of the package of materials. The article presents a description and outlines the main stages of the application program for the calculation of heat-protective clothing under the conditions of providing thermal comfort and determining the amount of increases in the thickness of the clothing package on the main structural belts. The application program is developed by the author in the graphical environment AutoCAD and using the built-in programming language AutoLisp. The databases required for the operation of the program were created using Microsoft Access. The work of the program is built from several parts: setting the initial data by entering them, or selecting from the appropriate databases; thermal calculation, and the calculation of the structure of the package of materials for each site. With the help of the software proposed by the author, it is possible to calculate the thermal resistance of clothing in different parts of the human body, taking into account its height, weight, as well as climatic conditions and changing meteorological parameters of the environment, to form the structure of the package of materials in the online mode, to determine the total thickness of the package and the amount of increases. The program allows you to check the correctness of the selection of a package of materials by calculating the relative error. The use of this software product in the garment industry will automate the process of calculating heat-protective clothing, increases in the thickness of the clothing package, provided that the comfortable condition of the person, as well as the formation of a package of materials.

Keywords: heat-protective clothing; thermal calculation; package of materials; application program; comfortable human condition; increase in the thickness of the package; sewing production

REFERENCES

1. Abramov A.V., Rodichev M.V., Panov D.O. Complex method of researches of a number of thermophysical properties of packages heatproof clothes // News of Higher educational institutions. Technology of textile industry. 2017. №1 (367). P. 161–165.
2. Nemirova L.F., Kataeva S.B. Optimization of the choice of materials for models and collections of clothes // Omsk scientific Bulletin. 2015. No. 140. C. 204–207.
3. Dobrovolskaya T.A. Information technologies in light industry. Kursk: South-West state University, 2012. 150 pp.
4. Siskin M.A., Shevelev, I.A. Development of methods of designing clothes based on IT-technology // News of Higher educational institutions. Technology of textile industry. 2016. № 3 (363). P. 190–194.
5. Sevostyanov P.A., Firsov A.V. Information and computer technologies in the textile industry // Proceedings of Higher educational institutions. Technology of textile industry. 2018. № 4 (376). P. 107–109.
6. Tungusov N.A. Finch M.A. automation of the design process of products with volumetric fillers // Modern tendencies and prospects of education development in higher education: collected papers of the V International scientific – practical conference (17–19 October 2007) – Omsk: Omsk state Institute of service, 2007. P. 34–36.
7. Dobrovolskaya T.A. Program for the calculation of thermal clothing according to the conditions of the thermal comfort and determining the value of increases, the thickness of the package // the Certificate on registration of software ENG 2017661116 14.08.2017.
8. Dell R.A., Afanasyeva R.V., Chubarova Z.S. Hygiene of clothes. M: Legprombytizdat. 1991. 160 pp.
9. Kulikov B.P., Sakharov N.A. Yury Kostin Hygiene, comfort and safety of clothing: a training manual. Ivanovo: igta, 2006. 256 p.
10. Shchedrina O.A., Osipenko L.A., Mikhailova I.D. Study of the influence of various factors on the thermal properties of clothing // Scientific-methodical electronic journal "Concept". 2016. Vol. 11. P. 691–695. URL: <http://e-koncept.ru/2016/86150.htm>.